

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



jc639 U.S. PTO  
09/657314



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 199 42 999.5  
**Anmeldetag:** 9. September 1999  
**Anmelder/Inhaber:** Kdesign GmbH, Leverkusen/DE

Erstanmelder:  
AT Plan Gesellschaft für Planung in der Automa-  
tisierungstechnik GmbH, Leverkusen/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung und Rege-  
lung des Dickenprofils bei der Blasfolienherstellung

**IPC:** B 29 D, B 29 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 9. August 2000  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

*Seiler*

Seiler

PATENTANWALT  
DIPL.-ING. KLAUS-JÜRGEN SCHWARZ  
EUROPEAN PATENT and TRADEMARK ATTORNEY  
PATVOCAT®

Anmelder:

AT Plan Gesellschaft für Planung  
in der Automatisierungstechnik mbH  
Röttgerweg 10

51371 Leverkusen

Datum  
8. September 1999

VNR  
108 545

Anwaltsakte  
001 365/99

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung und Regelung des Dickenprofils  
bei der Blasfolienherstellung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung und Regelung des Dickenprofils bei der Herstellung von Blasfolien und bezieht sich außerdem auf eine Vorrichtung zum Durchführen dieses Verfahrens.

Das Dickenprofil und insbesondere das Querdickenprofil des aus dem Formwerkzeug eines Blasfolienextruders austretenden Folienschlauchs weist naturgemäß weitgehend ortsfeste dickere und dünnere Bereiche auf, was sich beim Aufwickeln und Weiterverarbeiten der Folie negativ auswirkt.

Um die Abweichungen des Dickenprofils schon beim Produktionsvorgang möglichst gering zu halten, wird die Wirkung ausgenutzt, daß beim Aufblasen des Kunststoffschlauches zu einer Schlauchfolie die wärmeren Bereiche stärker und die kühleren Bereiche weniger stark ausgereckt werden. Bei den verwendeten Vorrichtungen werden die Querdickenunterschiede der Folie am Umfang durch Änderung der Kühlleistung in einem bestimmten Umfangssektor beeinflusst. Der Folienumfang wird abhängig von der Anzahl der Regelelemente in zugeordnete Sektoren unterteilt.

Durch Erhöhung der Kühlleistung in einem Sektor kühlt die Folie hier schneller, wird so weniger stark gedehnt und somit dicker. Im umgekehrten Fall wird die Folienstärke vermindert. Die Foliendickenunterschiede werden hierbei von einer Meßeinrichtung ermittelt und an die Regeleinrichtung zurückgemeldet. Diese Meßeinrichtungen sind in der Regel in der Folgeeinrichtung nach dem Einfrieren der Kunststoffschmelze angeordnet.

Aus DE 40 01 287 C2 und EP 0 508 167 A2 sind segmentweise unterteilte Kühllufringe bekannt, bei denen die Kühlluft mittels Einbauten in diesen Sektoren im Volumen bzw. in der Temperatur verändert wird.

Der wesentliche Nachteil dieser bekannten Systeme besteht darin, daß in dem Kühllufring Einbauten erforderlich sind und somit ein Eingriff in das sensible aerodynamische System des Kühllufringes entsteht. Weiterhin können bei Beeinflussung der Luftmenge oder Temperatur im Kühllufring Einbußen bei der Gesamt-Kühlleistung entstehen.

Aus DE 26 58 518 C2 ist es bekannt, daß durch Korrekturluftdüsen, die außen oberhalb des Kühllufringes (Außenluftblasring) angeordnet sind, Einfluß auf die Unterschiede in der Foliendicke genommen wird. Nachteilig bei dieser Einrichtung ist die Tatsache, daß die dort beschriebenen Korrekturdüsen oberhalb des Kühllufringes angeordnet sind. Hierbei ist der Einfluß zur Dickenkorrektur nur noch gering möglich, da die Folienschmelze durch den Hauptkühllufring bereits mit Kühlluft beaufschlagt ist und so die Temperatur der Schmelze bereits abgesenkt wurde.

Ebenso ist oberhalb des Hauptkühllufringes der Ausreckprozeß, der überhaupt erst die Beeinflussung mit Korrekturluft ermöglicht, bereits zum Teil vollzogen, was ebenfalls die Einflußmöglichkeit zur Dickenkorrektur an dieser Stelle vermindert.

Ein weiterer Nachteil dieser Einrichtung mit Anordnung des Zusatzkühllufringes oberhalb des Hauptkühllufringes besteht auch noch darin, daß anordnungsbedingt durch den notwendigen Platzbedarf die Zugänglichkeit zur Folienblase (nachteilig beim Start der Anlage), zum Düsenpalt (Schmelzeaustritt ist regelmäßig von Ablagerungen zu reinigen) und zum Kühllufring (Kühllufringlippen sind nach dem Stand der Technik prozeßabhängig einstellbar) sehr stark eingeschränkt ist.

Noch ein weiterer Nachteil dieser Einrichtung besteht anordnungsbedingt darin, daß die Folienblase unmittelbar nach dem Kühllufttring bekannterweise je nach produzierter Folien-Enddimension unterschiedliche Durchmesser hat und somit eine Anpassung der Korrekturdüsen durch Neujustage erforderlich macht.

Aus DE 39 20 194 C2 sind weiterhin ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung des Dickenprofils einer Folienblase bei der Blasfolienherstellung bekannt mit einem segmentierten Zusatzkühlring, der in Produktionsrichtung ebenfalls hinter bzw. oberhalb des Hauptkühllufttringes angeordnet ist. Dies bedeutet, daß auch bei dieser Vorrichtung die die Foliendicke beeinflussenden Größen von Position und/oder Anströmwinkel der austretenden Kühlluftströme erst stromabwärts in den Hauptkühlluftstrom münden und dadurch nur in verringertem Umfang auf die Dickenkorrektur des bereits gekühlten Kunststoffschlauches einwirken können.

Wirksamkeit und Reproduzierbarkeit der Zusatzkühlung sind daher auch bei dieser Anordnung von sehr vielen Störgrößen abhängig, wie z.B. Hauptkühlluft-Menge, Strömungsverhältnisse der Hauptkühlluft, Form der Folienblase und ähnliche Einflüsse.

Ergänzend hierzu sei auch noch auf folgendes hingewiesen:

Prozeßbedingt treten bei der Blasfolienherstellung zusätzlich zu den in Umfangsrichtung gemessenen Folienquertoleranzen immer auch Längstoleranzen in Produktionsrichtung auf, die gleichförmig verteilt das Querdickenprofil überlagern in der Form, daß die mittlere Dicke Schwankungen unterliegt. Diese Schwankungen können verschiedene Ursachen haben, z.B. Ausstoßschwankungen der Extrusionseinheit oder Förderschwankungen der Abzugseinheit, die den Folienschlauch in Längsrichtung zieht und verstreckt.

Zur Minimierung dieser Schwankungsursachen sind gravimetrische Durchsatzregelsysteme bekannt, die Rohstoffdurchsatz, Förderschneckendrehzahl der Extrusionseinheit und Drehzahl der Abzugseinheit in einem Regelkreis zur Konstanthaltung der mittleren Foliendicke verbinden.

Als weitere Schwankungsursache, die von diesen bekannten Systemen nicht kompensiert werden kann und bisher wenig erforscht ist, tritt häufig eine niederfrequente aerodynamische Resonanzschwingung im Kühllufringsystem zwischen den Ausblaslippen und dem im Venturi-Effekt gehaltenen Folienschlauch auf, der an dieser Stelle noch ein hochelastisches Verhalten aufweist. Diese Schwingung stört die Konstanz der Längsverstreckung und führt dadurch zu einer Beeinflussung der Folienlängstoleranz in Form einer regelmäßigen Schwingung. Diese Schwingung liegt in einer Größenordnung von kleiner 1 Hz.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens zu schaffen, womit die Nachteile der bekannten Verfahren und Vorrichtungen in einfacher Weise vermieden werden können.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch das im Anspruch 1 gekennzeichnete Verfahren und die sich daran anschließenden Ansprüche 2 bis 4 gelöst, während eine besonders vorteilhafte Vorrichtung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens in den Ansprüchen 5 bis 9 gekennzeichnet ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, daß durch die Zufuhr der Zusatzluftströme in Produktionsrichtung vor dem Hauptkühllufring eine von der Kühlwirkung des Hauptkühllufringes unabhängige Vorkühlung des Folienschlauches unmittelbar nach dem Austritt aus der Ringdüse des Folienblaskopfes erreicht wird. Dies geschieht durch eine eigenständige Einheit, die unmittelbar am Blaskopf des Folienextruders an den Haupt-Kühllufring äußerlich adaptiert wird.

Diese Adaption findet unterhalb des Haupt-Kühllufringes statt und erlaubt so die größtmögliche Beeinflussung der Folienschmelze unmittelbar am Schmelzeaustritt. Die Korrekturwirkung der Zusatzluftströme ist damit unabhängig von der durch den Haupt-Kühllufring und das Innenluftvolumen der Folienblase eingestellten Blasendimension und schränkt die Zugänglichkeit zu der Folienblase, dem Schmelzeaustritt und zum Haupt-Kühllufring nicht ein. Die separaten Zusatzluftströme werden dabei vor dem Eintritt in den Zusatzkühlring in ihrem Volumenstrom geregelt.

Eine weitere Verbesserung der Folientoleranzen in Produktionsrichtung kann auch noch durch die Merkmale der Ansprüche 3 und 4 erreicht werden, indem zusätzlich zur Messung des Querdickenprofils eine Messung des Dickenverlaufs der extrudierten Folie in Längsrichtung an einer oder mehreren Stellen auf dem Umfang erfolgt und der von dem Zusatzgebläse erzeugte Zusatzluftstrom vor einer Separierung in volumenregelbare Teilströme in seinem Gesamtvolumen in Abhängigkeit von dem gemessenen Längsdickenverlauf der Blasfolie in Produktionsrichtung periodisch derart verändert wird, daß in Produktionsrichtung der Blasfolie ebenfalls periodisch auftretende Dickenschwankungen weitgehend kompensiert werden.

Nach einer abgewandelten Verfahrensweise ist es aber auch möglich, daß bei einem von einem Gebläse kontinuierlich erzeugten Zusatzluftstrom nach einer Separierung in volumenregelbare Teilströme die Volumina der separaten Teilströme in Abhängigkeit von dem gemessenen Längsdickenverlauf der Blasfolie in Produktionsrichtung periodisch derart verändert werden, daß in Produktionsrichtung der Blasfolie ebenfalls periodisch auftretende Dickenschwankungen weitgehend kompensiert werden.

Die Meßverfahren hierzu sind bekannt.

Aus der vorgenommenen Messung der Foliendicke in Produktionsrichtung werden die Amplitude und Frequenz des weiter oben beschriebenen Längsdicken-Verlaufs ermittelt und über die in den Ansprüchen 5 bis 9 gekennzeichnete Vorrichtung zur Querdickenprofil-Regelung weitgehend kompensiert. Diese Kompensation kann auf zwei Wegen erfolgen.

- Eine Möglichkeit stellt die Ansteuerung der Regelemente in Form einer Schwingung dar, wobei sich ein entsprechender periodischer Volumenstrom-Verlauf der separaten Regel-Luftströme ergibt. Die Ansteuerung der Regelemente wird in Frequenz, Amplitude und Zeitachse so eingestellt, daß die oben beschriebene Schwingung der Foliendicke in Produktionsrichtung kompensiert wird.

Eine weitere Möglichkeit ist die periodische Beeinflussung des von dem Gebläse erzeugten Gesamt-Luftstroms bereits vor der Separierung in einzelne volumenregelbare Teilströme. Die Beeinflussung kann durch ein entsprechendes Regelement im Gesamtluftstrom (Klappe und/oder Ventil) oder durch Drehzahlveränderung des Gebläses erfolgen.

Das erfindungsgemäße System kann im übrigen an alle bekannten Kühltlufttringsysteme adaptiert werden, auch im Rahmen einer Nachrüstung. Die Gesamt-Kühlleistung des nachfolgenden Kühltlufttringes wird dabei in keiner Weise negativ beeinflußt. Weiterhin findet kein Eingriff in das vorhandene Kühltlufttring-System statt.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in der Zeichnung schematisch dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 den Blaskopf eines Blasfolienextruders mit einem Haupt-Kühllufttring und einem unterhalb davon, also in Produktionsrichtung vor dem Haupt-Kühllufttring angeordneten Zusatzkühlring mit Gebläse und Regelementen für eine separate Steuerung und Regelung der zusätzlichen Luftströmung zu dem Zusatzkühlring,

Fig. 2 eine Draufsicht auf den Zusatzkühlring mit Gebläse und Regeleinrichtungen und

Fig. 3 einen vergrößerten Teilschnitt durch den Zusatzkühlring gemäß Schnittlinie III – III von Fig. 2.

Die gezeigte Vorrichtung besteht aus einem Blasfolienextruder mit einem Blaskopf 1, einem Kühllufttring 2 für einen konstanten Hauptkühlluftstrom 3 und einem außerhalb des Kühllufttringes 2 angeordneten Zusatzkühlring 4 für eine Zufuhr von zusätzlichen separaten Luftströmen 5, zur Kühlung des aus dem Ringkanal 6 am Blaskopf 1 austretenden Kunststoffschlauches 7. Zur Steuerung und Regelung des Dickenprofils des Kunststoffschlauches 7 ist eine an sich bekannte Meß- und Regeleinrichtung vorgesehen, die die Foliendicke an dem Folienschlauch oberhalb der Einfriergrenze abtastet und die Zusatzluftströme 5 in Abhängigkeit von den gemessenen Foliendicken regelt.

Der Zusatzkühlring 4 ist als Segmentscheibe ausgebildet und am Blaskopf 1 des Blasfolienextruders unterhalb des Kühllufttringes 2 angeordnet, um so den größtmöglichen Einfluß auf die Foliendickentoleranzverteilung zu nehmen. Die Segmentscheibe ist dabei unmittelbar am Austritt der Kunststoff-Schmelze aus dem Ringkanal 6 des Blaskopfes 1 montiert. Sie ist als unabhängiges, eigenständiges Konstruktionselement an den Kühllufttring 2 adaptiert und mit dem Gebläse 8 für den Zusatzluftstrom 5 verbunden, wobei für die Aufteilung des von dem Gebläse 8 erzeugten Zusatzluftstromes 5 in einzelne separate Luftströme eine Einrichtung 9 vorgesehen ist, die aus Klappen und/oder Ventilen besteht und außerhalb des Kühllufttringes 2 angeordnet ist.

Diese Vorrichtung erlaubt eine sehr genaue Steuerung und Regelung des Dickenprofils bei der Herstellung von Blasfolien.



Die Zusatzluftströme 5 werden in Produktionsrichtung 10 vor dem Kühllufttring 2 zugeführt und direkt gegen den aus dem Blaskopf 1 austretenden Kunststoffschlauch 7 gerichtet. Dabei werden die separaten Zusatzluftströme 5 vor dem Eintritt in den Zusatzkühlring 4 durch die Einrichtung 9 in ihrem Volumenstrom geregelt.

Zur Verbesserung der Folientoleranzen in Produktionsrichtung kann mittels dieser Einrichtung 9 der von dem Gebläse 8 erzeugte Zusatzluftstrom vor einer Separierung in volumenregelbare Teilströme in seinem Gesamtvolumen in Abhängigkeit von dem gemessenen Längsdickenverlauf der Blasfolie in Produktionsrichtung periodisch derart verändert werden, daß in Produktionsrichtung der Blasfolie ebenfalls periodisch auftretende Dickenschwankungen weitgehend kompensiert werden.

Ebenso ist es aber auch in einer demgegenüber abgewandelten Form möglich, daß bei einem von dem Gebläse 8 kontinuierlich erzeugten Zusatzluftstrom nach einer Separierung in volumenregelbare Teilströme die Volumina der separaten Teilströme in Abhängigkeit von dem gemessenen Längsdickenverlauf der Blasfolie in Produktionsrichtung periodisch derart verändert werden, daß in Produktionsrichtung der Blasfolie ebenfalls periodisch auftretende Dickenschwankungen weitgehend kompensiert werden.

ANWALTSAKTE

001 365/99

Liste der Bezugszeichen

- 1 Blaskopf
- 2 Kühllufttring
- 3 Hauptkühlluftstrom
- 4 Zusatzkühlring
- 5 zusätzliche Luftströme
- 6 Ringkanal
- 7 Kunststoffschlauch
- 8 Gebläse
- 9 Einrichtung
- 10 Produktionsrichtung

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung und Regelung des Dickenprofils bei der Herstellung von Blasfolien mittels eines Blasfolienextruders mit einem Blaskopf, einem Kühllufttring und einem außerhalb des Kühllufttringes angeordneten Zusatzkühlring für eine Zufuhr von zusätzlichen separaten Luftströmen, wobei mittels einer Meß- und Regeleinrichtung die Foliendicke an der Schlauchfolie oberhalb der Einfriergrenze in verschiedenen Umfangsbereichen abgetastet und die Zusatzluftströme in Abhängigkeit von den gemessenen Foliendicken geregelt werden, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß die Zusatzluftströme in Produktionsrichtung vor dem Kühllufttring zugeführt und direkt gegen den aus dem Blaskopf austretenden Folienschlauch gerichtet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß die separaten Zusatzluftströme vor dem Eintritt in den Zusatzkühlring in ihrem Volumenstrom geregelt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß ein von einem Gebläse erzeugter Zusatzluftstrom vor einer Separierung in volumenregelbare Teilströme in seinem Gesamtvolumen in Abhängigkeit von dem gemessenen Längsdickenverlauf der Blasfolie in Produktionsrichtung periodisch derart verändert wird, daß in Produktionsrichtung der Blasfolie ebenfalls periodisch auftretende Dickenschwankungen weitgehend kompensiert werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß bei einem von einem Gebläse kontinuierlich erzeugten Zusatzluftstrom nach einer Separierung in volumenregelbare Teilströme die Volumina der separaten Teilströme in Abhängigkeit von dem gemessenen Längsdickenverlauf der Blasfolie in Produktionsrichtung periodisch derart verändert werden, daß in Produktionsrichtung der Blasfolie ebenfalls periodisch auftretende Dickenschwankungen weitgehend kompensiert werden.
5. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, bestehend aus einem Blasfolienextruder mit einem Blaskopf (1), einem Kühllufring (2) und einem außerhalb des Kühllufringes (2) angeordneten Zusatzkühlring (4) für eine Zufuhr von zusätzlichen separaten Luftströmen (5), und mit einer Meß- und Regeleinrichtung zur Steuerung und Regelung des Dickenprofils des Kunststoffschlauches (7), die die Foliendicke an dem Kunststoffschlauch oberhalb der Einfriergrenze abtastet und die Zusatzluftströme (5) in Abhängigkeit von den gemessenen Foliendicken regelt, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß der Zusatzkühlring (4) als Segmentscheibe ausgebildet und am Blaskopf (1) des Blasfolienextruders unterhalb des Kühllufringes (2) angeordnet ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß die Segmentscheibe unmittelbar am Austritt der Kunststoff-Schmelze aus dem Ringkanal (6) des Blaskopfes (1) montiert ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß die Segmentscheibe als unabhängiges, eigenständiges Konstruktionselement an den Kühllufring (2) adaptiert ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß die Segmentscheibe des Zusatzkühlringes (4) mit einem Gebläse (8) für den Zusatzluftstrom (5) verbunden ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß eine Einrichtung (9), die aus Klappen und/oder Ventilen besteht und außerhalb des Kühllufringes (2) angeordnet ist, für die Aufteilung des von dem Gebläse (8) erzeugten Zusatzluftstromes in einzelne separate Luftströme (5) vorgesehen ist.

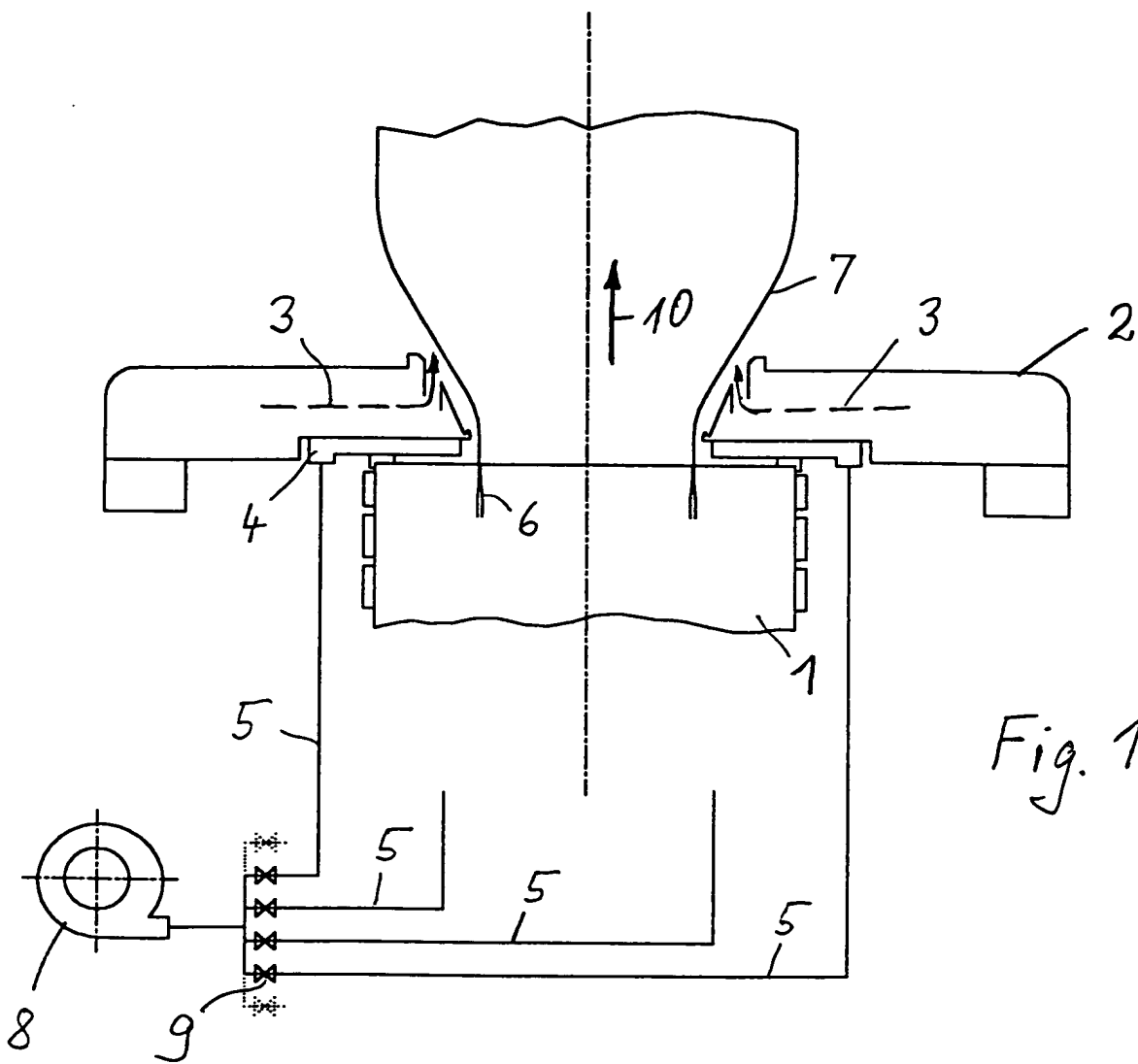
„Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung und Regelung des Dickenprofils bei der Blasfolienherstellung“

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung und Regelung des Dickenprofils bei der Herstellung von Blasfolien mittels eines Blasfolienextruders mit einem Blaskopf (1), einem Kühllufring (2) und einem außerhalb des Kühllufringes (2) angeordneten Zusatzkühlring (4) für eine Zufuhr von zusätzlichen separaten Luftströmen (5), wobei mittels einer Meß- und Regeleinrichtung die Foliendicke an der Schlauchfolie (7) oberhalb der Einfriergrenze in verschiedenen Umfangsbereichen abgetastet und die Zusatzluftströme in Abhängigkeit von den gemessenen Foliendicken geregelt werden. Die Zusatzluftströme werden dabei in Produktionsrichtung (10) vor dem Kühllufring (2) zugeführt und direkt gegen den aus dem Blaskopf (1) austretenden Folienschlauch (7) gerichtet. Außerdem werden die separaten Zusatzluftströme vor dem Eintritt in den Zusatzkühlring (4) in ihrem Volumenstrom geregelt. Die Erfindung hat den Vorteil, daß durch die Zufuhr der Zusatzluftströme in Produktionsrichtung (10) vor dem Hauptkühllufring (3) eine von der Kühlwirkung des Hauptkühllufringes (3) unabhängige Vorkühlung des Folienschlauches (7) unmittelbar nach dem Austritt aus der Ringdüse des Folienblaskopfes erreicht wird. Dies geschieht durch eine eigenständige Einheit, die unmittelbar am Blaskopf (1) des Folienextruders an den Haupt-Kühllufring äußerlich adaptiert wird. Diese Adaption findet unterhalb des Haupt-Kühllufringes statt und erlaubt so die größtmögliche Beeinflussung der Folienschmelze unmittelbar am Schmelzeaustritt. Die Korrekturwirkung der Zusatzluftströme (5) ist damit unabhängig von der durch den Haupt-Kühllufring und das Innenluftvolumen der Folienblase eingestellten Blasendimension und schränkt die Zugänglichkeit zu der Folienblase, dem Schmelzeaustritt und zum Haupt-Kühllufring nicht ein.

(Fig. 1)

-1/2-



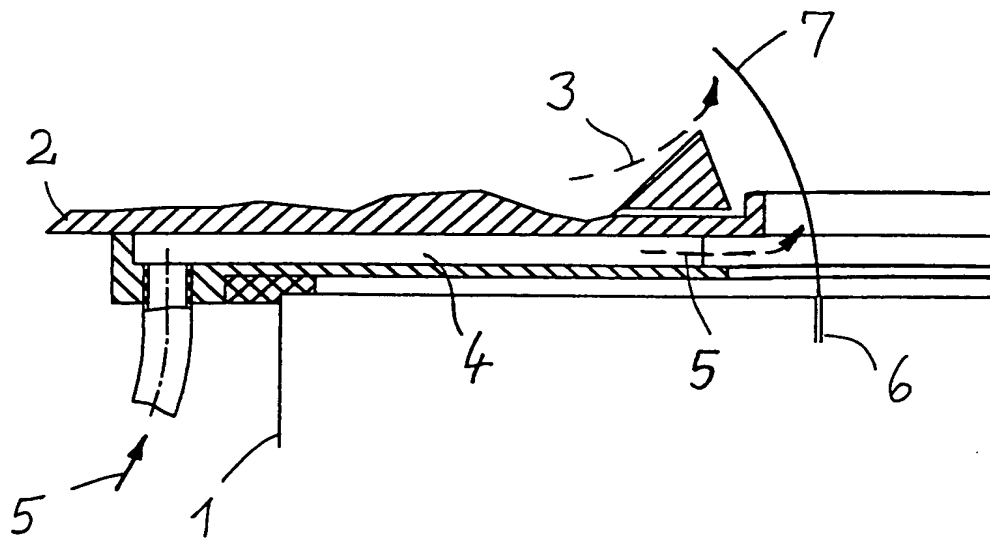
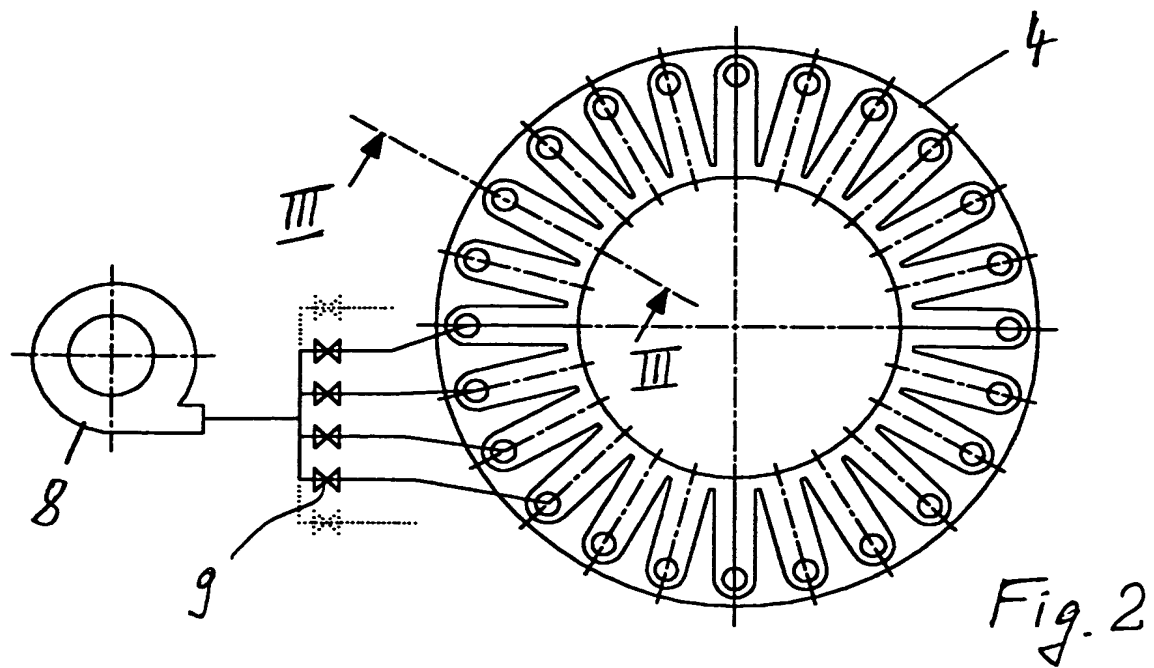


Fig. 3